第 10 卷 第 4-6 期　　昆 虫 学 报　　Vol. 10, No. 4-6
1961 年 12 月　　ACTA ENTOMOLOGICA SINICA　　Dec., 1961

东亚飞蝗翅振频率的初步研究

A PRELIMINARY INVESTIGATION ON THE WING FREQUENCY OF THE ORIENTAL MIGRATORY LOCUST

陈元光　　钦俊德
CHEN YUAN-KUANG　CHIN CHUN-TE

近年来,有关昆虫飞行的研究增多,对这方面的知識正在迅速积累中,总結性的文献有 Chadwick、Pringle 和 Boettiger 等。Sotavalta 曾用辨識昆虫飞行时所发音調的高低,广泛地記录了昆虫的翅振频率。不同昆虫的飞行能力各异,翅振频率的变化范围很大:据测定,低的如 *Papilo machaon,* 每秒为 5 次,高的如 *Forcipomyia,* 每秒达 1000 次,二者相差 200 倍。影响频率的因素有:成虫羽化后为时长短、性别、温度、空气密度和气体成分,以及昆虫的某些生理状态,如疲乏和感覚刺激等。

飞蝗以飞行能力高強見称,曾有人对沙漠蝗 (*Schistocerca*) 和非洲飞蝗进行了相当詳細的試驗观察。为了了解东亚飞蝗飞行活动的特点,作者在实驗室的条件下观察了翅振频率的变化,目的在于查明羽化后天数、性别和温度的影响,本文报告其結果。

本工作采用频閃观测器 (stroboscope) 测定飞蝗的翅振频率。此观测器能发射閃光时距极短的断續光,频率可随意調节。当閃光的频率与翅振频率一致时,由于翅振的周期运动中仅处在同相的动作部分受到照明,故翅好象处于静止状态。因此从观测器調节频率的刻度上讀出翅振频率。利用此一仪器,尙可观测翅振各相中翅的运动特点。

所用的試驗材料为实驗室中 (30℃) 培养的东亚飞蝗成虫,羽化后成对在玻缸中分别飼养。为了使試驗对象在测定时处于恆定的温度中,曾利用一由木板制成的养虫箱,其中装置定温設备。試驗对象以金属夹固定在支架上,头部面向观测器。Weis-Fogh 首先发現当以气流刺激蝗虫头頂毛状感覚器官时能引起飞行。本工作利用此一方法,以吹风机作为气流来源,吹风机口对向直径为 2.5 公分的直角形玻璃管口,使气流导向飞蝗头部,气流強弱可借吹风机口与玻璃管的密接程度而加以調节。图 1 表明各要素在恆温箱中的安排。

表 1 說明雌雄成虫在羽化后不同天数翅振频率的变化。在表中有以下諸点值得注意:首先,当成虫头頂毛状感覚器官受到气流刺激时引起飞行的反应,以离羽化天数近的較差,当天数增加后反应增強,这間接說明了飞蝗的飞行活动,在羽化后是与时俱增的。其次,翅振频率随着羽化后的天数而增加,无論雌蝗或雄蝗,在羽化后第 5 天的翅振频率与第 7 天的或第 9 天的相比时差异不显著,但与第 20 天的相比时差异显著。最后,羽化天数相同的成虫雌雄相比时,似乎以雄蝗的频率稍高,但差异不显著。根据 Williams 和 Chadwick 的观察,果蝇 *Drosophila* 的翅振频率在羽化后較低,在成虫期最初几天逐漸

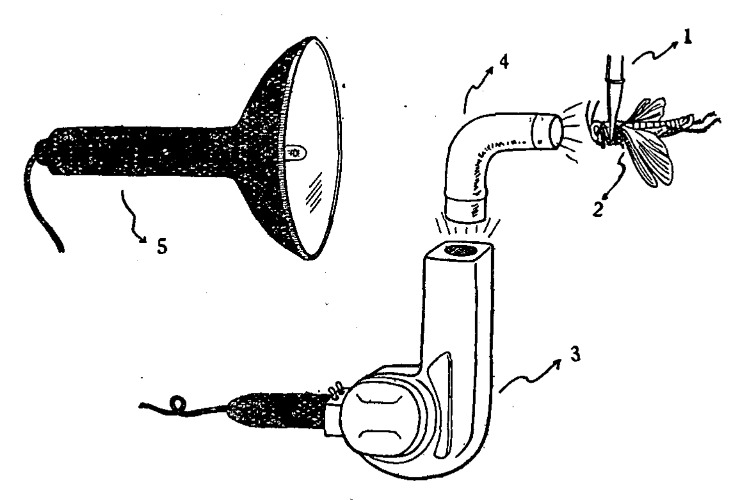


图 1　用頻閃观测器测定飞蝗翅振頻率的装置。1.从前胸背板固定飞蝗的夹子；2.飞蝗；3.吹风机；4.直角玻璃管；5.頻閃观测器的閃光灯[1]。

表 1　东亚飛蝗成虫羽化后不同天数的翅振頻率变化

性别	羽化后天数	测定虫数	飞行反应不良个体占%[1]	平均翅振頻率（次/秒）	或　差 (P.E.)[2]	偶　差[3]	备　　注
♀	5	19	47.37	16.73	0.49		
	7	18	22.22	18.14	0.48	5.38:1	
	9	19	10.53	18.82	0.48	26.40:1	
	20	17	0	19.35	0.58	53.95:1	开始进入产卵盛期
	40	9	0	20.11	0.43	1350.35:1	产卵盛期以后
♂	5	18	16.67	16.76	0.71		
	7	18	11.11	18.50	0.60	4.00:1	
	9	17	11.76	19.41	0.90	7.28:1	
	20	17	5.88	20.69	0.49	519.83:1	交尾盛期
	40	10	0	20.00	0.87	18.80:1	

1) 包括气流不能引起飞行和飞行不能保持恆久的个体。

2) 应用公式 $P.E. = \pm 0.6745\sqrt{\frac{\Sigma d^2}{n(n-1)}}$ 計算而得。其中 d 为各次测定数与其平均数的差异的自乘，n 为观测的次数。

3) 为各天数与第 5 天相較之偶差，見王綬 1958 实用生物統計法（商务版）引 Hayes, H. K. 和 Garber, R. J. 1927 Breeding Crop plants。按一般經驗，偶差在 32:1 以上时差异方为显著。

上升，直到最高，以后經衰老时复行降低。飞蝗大体上也与此类似。本工作的結果，頗能与 Weis-Fogh 对沙漠蝗的观测所得相符合。此种結果均表明成虫在羽化后，其飞行机制是逐漸成熟的。

表 2 列出羽化后同一天数的飞蝗在 26℃ 到 31℃ 間不同温度中的翅振頻率，說明在此范围內的温度对翅振頻率的影响不显著。此結果也与 Weis-Fogh 对沙漠蝗的观测結果相符。

1) 本图由程义存同志代繪，特于此志謝。

表 2 东亚飛蝗成虫在不同試驗溫度时翅振頻率的变化

性 别	試驗溫度℃	試驗虫数	平均翅振頻率 (次/秒)	或 差(P.E.)	备 注
♀	26	3	18.00	0.39	以虫数最多的27°与29℃两溫度相比較$\Delta_{\text{偶差}}$为2.57:1
	27	21	17.76	0.55	
	28	7	18.86	0.75	
	29	31	18.97	0.50	
	30	3	20.33	0.36	
	31	6	19.83	0.40	
♂	26	5	19.40	0.81	以虫数最多的27° 与 29℃ 两溫度相比較$\Delta_{\text{偶差}}$为6.26:1
	27	26	17.85	0.82	
	28	8	17.25	0.95	
	29	25	20.04	0.60	
	30	6	18.67	0.86	
	31	5	20.00	0.68	

根据在蝗区中的观察，飞蝗在羽化后 1—2 天，因四翅柔軟不能飞翔，經 3—4 天后前后翅巳硬，能作短距飞翔，羽化一周后至性成熟前的成虫，均能作远距离飞翔。飞行速度，刚羽化 3—4 天为 0.31—0.71 米/秒，一周后增加为 1.45—2.5 米/秒。本工作在测定翅振頻率时在羽化后第 5 天开始，也因初羽化的成虫不善飞翔之故。自 7 天以后翅振頻率提高，飞行反应增強，这基本上可以解释，在野外观察到的飞翔能力改变的事实。

参 考 文 献

[1] 尤其儆等 1958 东亚飞蝗 (Locusta migratoria manilensis Meyen) 的生活习性。昆虫学报，8(2):119—135。

[2] Boettiger, E. G. 1957 The machinery of insect flight. In Scheer's Recent Advances in Invertebrate Physiology, Univ. Oregon Publ. p. 117—42.

[3] Chadwick, L. E. 1953 The motion of the wings. In Roder's Insect Physiology, J. Wiley & Sons, Inc. N. Y. p. 577—614.

[4] Pringle, J. W. S. 1957 Insect Flight. Cambridge Univ. Press.

[5] Sotavalta, O. 1947 The flight tone (wing-stroke frequency) of insects. *Acta Entom. Fennica*, **4**: 1—117.

[6] Weiss-Fogh, T. 1950 An aerodynamic sense organ in locust. Proc. 8th International Congr. Entomol. Stockholm, p. 584—8.